



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS

FUENTE DIGITAL DE ALTO VOLTAJE, BASADO EN
EMBOBINADO DE IGNICIÓN Y SISTEMA
COCKROFT-WALTON

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

Licenciado en Electrónica

PRESENTA:

Juan Francisco Verdugo Arredondo

DIRECTOR:

Carlos Duarte Galván
Christian Valerio Lizárraga

Culiacán, Sinaloa, 2017

*A mis padres, Martha Aidé Arredondo Solís y Francisco Verdugo Fierro. A mis
hermanos Dulce Esmeralda Verdugo Arredondo y Néstor Javier Espino Arredondo.
Por ayudarme a crecer en cada aspecto de mi vida.
Yo.*

Reconocimientos

También quiero agradecer a mis grandes maestros que me enseñaron que la sabiduría se encuentra en la motivación y el trabajo duro, Carlos Duarte Galvan, Cristian Valerio, Dr. Millan, etc..

A mi Universidad y sus instituciones, por abrirme las puertas a esta gran casa de estudio, al parque de innovación tecnológico, por haberme formado de la mejor manera posible y por la infinidad de oportunidades que se abren tras el conocimiento que se me ha otorgado. Sin mas ¡gracias!

Declaración de autenticidad

Por la presente declaro que, salvo cuando se haga referencia específica al trabajo de otras personas, el contenido de esta tesis es original y no se ha presentado total o parcialmente para su consideración para cualquier otro título o grado en esta o cualquier otra Universidad. Esta tesis es resultado de mi propio trabajo y no incluye nada que sea el resultado de algún trabajo realizado en colaboración, salvo que se indique específicamente en el texto.

Juan Francisco Verdugo Arredondo. Culiacán, Sinaloa, 2017

Índice general

Índice de figuras	IX
Índice de tablas	XI
1. Introducción	1
1.1. Resumen	1
1.2. Antecedentes y justificación	1
1.3. Planteamiento del problema	2
1.4. Hipótesis y objetivos	3
1.4.1. Objetivo General	3
1.4.2. Objetivo Particular	3
1.4.3. Hipótesis	3
1.5. Estructura de la tesis	4
2. Marco teórico	5
2.1. Calculo de capacidad de corriente en pistas de circuitos impresos	5
2.2. Ruidos e interferencias	9
2.2.1. Ruidos en micro-controladores y sistemas digitales	9
2.3. Fuente de voltaje lineal	11
2.3.1. Transformador	11
2.3.2. Rectificador	11
2.3.3. Filtro	11
2.3.4. regulador	11
2.3.5. carga	11
2.4. Disipadores de calor	12
2.5. Micro-controlador	12
2.6. Inversores de voltaje	12
2.7. Bobina de ignición	12
2.8. Fuentes de alto voltaje mas comunes	12
2.9. Multiplicador de voltaje Cockcroft-Walton	12

3. Metodología	13
3.1. Sección	14
3.2. Sección en color azul	14
3.2.1. Subsección	14
3.2.2. Otra subsección	14
4. Análisis de Resultados	17
4.1. Resultados	17
5. Conclusiones	19
A. Código/Manuales/Publicaciones	21
A.1. Apéndice	21

Índice de figuras

2.1. Calculo de ancho de pistas 1	7
2.2. Calculo de ancho de pistas 1	8
2.3. Condensador Bypass	10
2.4. Condensador Bypass	10
2.5. estructura fuente lineal	11
3.1. Topologia de fuente de alto voltaje	13
3.2. Descripción de la planta	14

Índice de tablas

3.1. Parámetros dinámicos del carro-péndulo	15
---	----

Capítulo 1

Introducción

1.1. Resumen

El trabajo de esta tesis consiste en el desarrollo de la Instrumentación de un acelerador de partículas en modalidad haz de partículas. Basado en el diseño de acelerador lineal de corriente directa (CD). Dicho trabajo se centra en varias etapas de desarrollo para su correcta conclusión, la primera es el desarrollo de un diseño de fuente de alto voltaje (HPS, por sus siglas en ingles), capaz de suministrar más de 20 KV a su salida en CA, y utilizando el sistema Crockoft-Walton (CW) amplificarlo y convertirlo en CD. Dicha HPS puede ser controlada manualmente mediante una LCD indicadora y un encoder rotativo, en dicha interface se despliega un menú para la configuración, así como también es posible configurar la HPS mediante comunicación SERIAL, PC-HPS, utilizando un programa diseñado en MatLab, también desarrollado en el proyecto. Durante el desarrollo de se ha analizado los sistemas crockoft-walton combinado con un transformador de ignición, el cual puede elevar el voltaje en proporción 1:1000, perfecto para los requerimientos necesarios para el proyecto.

1.2. Antecedentes y justificación

Uno de los mayores avances tecnológicos de la humanidad ha sido el desarrollo de los aceleradores de partículas, entre los tantos ejemplos que se pueden mencionar de las aplicaciones de estas tecnologías, podemos hacer referencia, en medicina, a un echo actual, el veinte por ciento de los fármacos radioactivos que se inyectan en los pacientes son producidos en aceleradores del tipo cyclotrone. Los ciclotrones aceleran los protones típicamente a energías de 40 MeV. Estos aceleradores son diseñados para funcionar de manera confiable y producir haces de alta intensidad con un mínimo de intervención humana.

1. INTRODUCCIÓN

En el pasado la radio terapia hacia uso extendido de agujas de radio o rayos gamma de cobalto radioactivo, la desventaja de este tipo de maquinaria es que no se puede interrumpir su funcionamiento, y con el pasar del tiempo su energia decae y es necesario cambiar la fuente radioactiva. Actualmente se usan aceleradores de electrones en un rango de 15 a 20 MeV que producen rayos x, que a su vez se dirigen a los tumores.

Otro ejemplo claro de la importancia de los aceleradores de partículas para la sociedad son las fuentes de luz compacta, los aceleradores de partículas que producen la luz de sincrotrón con longitudes de onda del orden de angstroms son máquinas de gran tamaño. Existen algunas docenas en el mundo. Recientemente, un grupo de físicos logró construir una fuente compacta de luz capaz de producir esta radiación de manera óptima. Para lograrlo, se ha construido un pequeño acelerador de electrones. Cuando los electrones han alcanzado una energía de alrededor de 25 MeV se lo hace chocar con un haz de luz láser. En el choque se da un proceso conocido por los físicos como dispersión Compton (en honor al físico que describió por primera vez el comportamiento de la radiación en procesos de colisión de luz con electrones, Arthur Compton, 1892-1962), lo que produce radiación con longitudes de onda similares a las que se obtienen en los aceleradores más grandes. (Andrade, Instituto de física UNAM).

Bajo la premisa de la ventaja del desarrollo tecnológico de los aceleradores de partículas para nuestro país, es necesario comenzar los estudios en estos temas, ya que las posibilidades de aplicación son bastas y de suma importancia. Con el pasar del tiempo las aplicaciones han aumentado considerablemente, desde ramas de la medicina como ya lo mencionamos, hasta sistemas de aislamiento por campo magnético de plasmas y sistemas para aumentar temperaturas hasta puntos de fusión para sistemas de generación de energía en plantas de fusión nuclear.

Este trabajo mostrara el desarrollo de la instrumentación de un acelerador de electrones lineal, el cual se divide en varias etapas de desarrollo, la primera es el sistema de fuentes, nos basaremos en el desarrollo echo por Cockcroft-Walton (CW) (1932) combinado con un oscilador PWM incidente en un embobinado de ignición controlado digital mente mediante un microcontrolador, el cual cuenta con una comunicación PC-Microcontrolador, permitiendo al usuario, mediante una retroalimentación, configurar la fuente de voltaje a los parámetros deseados, así como también guardar un registro en las variaciones de corriente y voltaje a la que nuestra fuente es sometida.

1.3. Planteamiento del problema

Hoy en día el desarrollo de tecnologías que involucran aceleradores de partículas esta cada vez mas presentes en la vida diaria, en México ya existe participación en desarrollo de gran nivel, como lo es el Instituto de Investigaciones Nucleares (ININ) y

distintos laboratorios de gran importancia en nuestro país, lo cual brinda la posibilidad a los investigadores de involucrarse en este tipo de desarrollo para poder satisfacer las necesidades que se requieren.

El uso de aceleradores de partículas para aplicaciones medicas ha tenido gran auge en los últimos años, ya que las ventajas que tienen sobre las fuentes radioactivas son bastas, este echo da la oportunidad a las universidades de preparar expertos en estos temas y diseñar maquinaria a medida, que cumpla las exigencias de la región. Aunque ya existen trabajos referentes a fuentes de alto voltaje, generación de electrones mediante telurio y detectores de estos mismos, la curva de aprendizaje necesaria para especializarse en estos temas es grande y dejar un precedente en nuestro país es necesaria y muy útil, es por ello que estas investigaciones son de gran importancia.

1.4. Hipótesis y objetivos

1.4.1. Objetivo General

Este trabajo tiene por objetivo desarrollar una fuente de alto voltaje de hasta 20 KV y 180 W de potencia, capaz de trabajar con los requerimientos necesarios para un acelerador de partículas lineal.

1.4.2. Objetivo Particular

- Desarrollo de fuente estable de alto voltaje.
 - Instrumentación para control de Microcontrolador ATMEGA328
 - Instrumentación para generación de primera etapa de voltaje.
 - Instrumentación para generación de oscilador controlado por PWM incidente en transformador de alto voltaje.
 - Tercera etapa amplificadora de voltaje mediante arreglo Cockoft-walton de media onda.
 - Control de sistema de voltaje mediante comunicación UART.
 - Control manual mediante encoder rotativo y LCD indicadora.

1.4.3. Hipótesis

El diseño adecuando de un sistema de generación de alto voltaje nos permite llevar acabo experimentos y diseño de maquinaria necesaria en aceleradores de partículas, con el cual se podrá desarrollar tecnología aplicada en esta área.

1.5. Estructura de la tesis

Este trabajo está dividido en XX capítulos. Al principio se encuentra el desarrollo de un trabajo de tal cosa xx este es un ejemplo.

Finalmente se encuentra la parte de

Capítulo 2

Marco teórico

2.1. Cálculo de capacidad de corriente en pistas de circuitos impresos

Antes de comenzar con la fabricación de un diseño de PCBs se debe de considerar el tamaño de pistas necesarios para el manejo de corrientes para cada circuito desarrollado, por esa razón mediante un análisis empírico se debe avanzar en el diseño.

En la actualidad los requerimientos de corriente llevan al límite la capacidad de reducir el ancho de las pistas y espacios debido a que se desarrollan componentes cada vez más pequeños y sistemas igualmente más compactos, esto obliga al desarrollador a adaptarse a estos nuevos requerimientos.

Para encontrar una solución a esta eventualidad es necesario recurrir a estudios en estos temas que nos permita acercarnos al límite y para ello debemos de considerar todos los parámetros que influyan en nuestro sistema, obteniendo así resultados más precisos. En nuestro caso nos basaremos en los gráficos publicados en el IPC2152 “Standard for Determining Current Carry Capacity in Printed Board Design” en 2009, este estándar es ampliamente utilizado en muchos proyectos que requieran este tipo de análisis.

Para el correcto entendimiento de los procesos que influyen en las pistas por el paso de la corriente debemos de recordar que el paso de la corriente por un conductor produce en este una caída de potencial que esta gobernada por la ley de OHM ($R=V/I$), esta caída de potencial se disipa en forma de calor por el efecto Joule $Q = I^2 R t$. En nuestro el conductor es nuestra pista, su resistencia depende de varios factores, pero lo principal es su sección (ancho x espesor) y su longitud. El efecto térmico es en realidad el que nos interesa conocer al momento del dimensionamiento de la PCB. Por esta razón, para poder calcular una capacidad de transporte de corriente, hay que analizarlo en

2. MARCO TEÓRICO

términos de incremento de temperatura. Fijando como un incremento maxico admisible.

Existen algunos parámetros que se deben de considerar importantes de conocer, ya que los mismos alteran o modifican el comportamiento termico de la pista, afectando de manera significativa, los mas importantes son:

- Corriente eléctrica que circula.
- Tipo de material base.
- Calculo de corriente de pistas.
- Sección de la pista.
- Espesor del laminado de cobre.
- Espesor de la placa.
- Presencia de planos de tierra o grandes áreas de cobre.
- Ambiente de aplicación (gabinete, forzadores de aire, vacío, etc.)

Considerar todos estos parámetros en un modelo es bastante complicado, tanto que, en sí, el estándar fue fijado por medio de ensayos y presentando los resultados en forma de curvas. Mediante estos datos empíricos se hace una aproximación que se acerque al límite que deseamos, tomando en cuenta que es importante sobredimensionar dichos límites.

El cálculo que se realiza se basa en el fijado de una variación máxima de temperaturas admisibles. La variación térmica se define como un aumento de temperatura por encima de la temperatura inicial que experimenta el conductor.

Para el cálculo se requieren los gráficos ya antes mencionados que son dos. El primer grafico es una de las tres entradas y se trata de una serie de curvas que corresponden a los incrementos de temperatura desde diez a cien grados centígrados. En el eje de las ordenadas se grafica la corriente máxima en amperes y en el de las abscisas obtenemos la sección de la pista en milésimas de pulgada cuadrada. El segundo grafico tiene de igual manera tres entradas y en esta se centra en el espesor del cobre, adoptando los valores típicos en los que se fabrican las PCBs, llegando desde 0.5 hasta 3 Oz/ft².

Los cálculos necesarios son sencillos y claros de realizar, para ello necesitaremos los siguientes datos:

- Corriente máxima a soportar.
- Incremento máximo de temperatura admisible.

2.1 Cálculo de capacidad de corriente en pistas de circuitos impresos

- Espesor de cobre del material utilizado.

Utilizando el valor de corriente nos ubicamos en el gráfico 1 por el eje de las ordenadas y proyectamos el valor en forma paralela al eje de las abscisas hasta interceptar la curva que corresponde a la temperatura máxima admisible, luego tomamos el punto en las ordenadas hasta obtener el valor de las abscisas que le corresponde. Ese valor es el valor de la sección cuadrada que debe tener la pista.

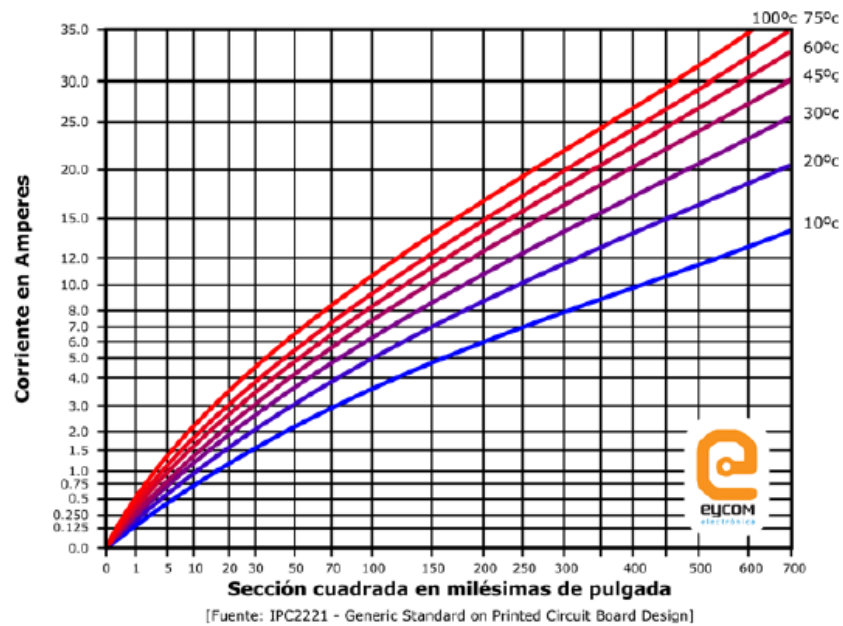


Figura 2.1: Cálculo de ancho de pistas 1

2. MARCO TEÓRICO

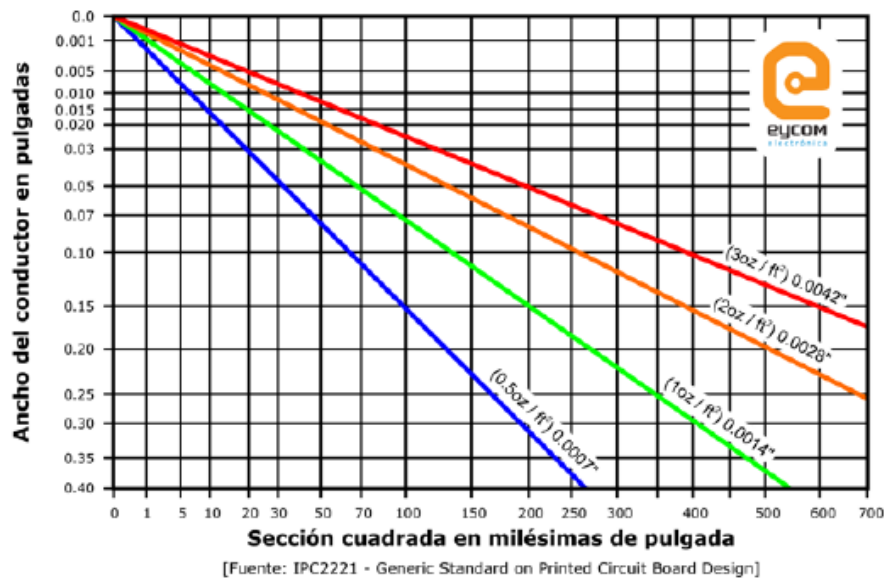


Figura 2.2: Cálculo de ancho de pistas 1

2.2. Ruidos e interferencias

2.2.1. Ruidos en micro-controladores y sistemas digitales

En particular no existe una forma tal cual para evitar ruidos en nuestros sistemas electrónicos, sino más bien dependiendo de las características de los proyectos se siguen distintos arreglos que mejoran la calidad de las señales que muchas veces, sin el trato adecuado pueden afectar a microcontroladores, PICs o distintos sistemas digitales o analógicos que se presenten.

Cuando diseñamos un circuito en general, es probable que funcione correctamente en un simulador o en el Protoboard, pero al momento de accionar o activar cargas de potencia o en señales de alta frecuencia los problemas de ruidos aparecen y las afectaciones pueden llegar a distorsionar una señal o causar estragos en nuestros componentes o cargas.

Debemos aclarar que los ruidos electrónicos, no afectan a todos los circuitos por igual, debemos de considerar el tipo de electrónica que estamos desarrollando, entre las que se encuentran circuitos de potencia, de alta frecuencia, componentes como microcontroladores, FPGAs, PICs, etc. que requieren estabilidad en alimentaciones o entradas. Considerando esto la eliminación de ruidos puede ser algo simple como condensadores cerámicos o electrolíticos, hasta la necesidad de realizar arreglos complicados.

En nuestro caso estaremos accionando transistores, MOSFETs, bobinas y componentes que requieren grandes consumos de corriente, es por ello que necesitamos tomar en cuenta ciertos aspectos para evitar que dicho ruido afecte al sistema en general o a componentes en específicos claves como el microcontrolador o el sistema de conexión al computador que se estará manejando.

Para resolver el problema con los ruidos electrónicos, debemos de actuar de forma pro-activa, es decir, tener en cuenta todos los detalles importantes de operación de nuestro circuito, antes de construirlo de forma definitiva. Para ello tenemos que tomar en cuenta que nuestro micro-controlador es un elemento digital y se deben de tomar todos los cuidados para un óptimo funcionamiento.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado nos apegaremos a una lista de requerimientos que nuestro circuito deberá de cumplir para obtener el menor ruido posible. Nos concentraremos en esta primera lista en requerimientos necesarios para componentes digitales como micro-controladores.

- Utilizar un condensador Bypass (0.1uF) entre los pines de alimentación y tierra del microcontrolador y de cada circuito integrado que componga al sistema.

2. MARCO TEÓRICO

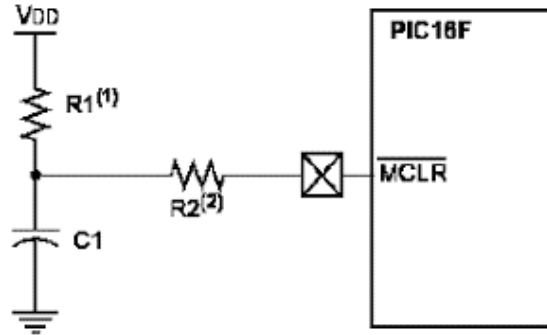


Figura 2.3: Condensador Bypass

- Evitar dejar pines sin conexión. Llevarlos a GND, programando dichos pines como salidas y otorgándoles un valor de 0.
- Utilizar condensadores de aterrizado del cristal.
- Utilizar Reset por Hardware, ya que este es más efectivo y estable, que el Reset por software.
- Si el microcontrolador debe leer botones, pulsadores y/o interruptores. Conecte un condensador de 0.1uF entre el pin de entrada y tierra (GND), para eliminar el efecto “antena”, que producen los pines de entrada, del microcontrolador.

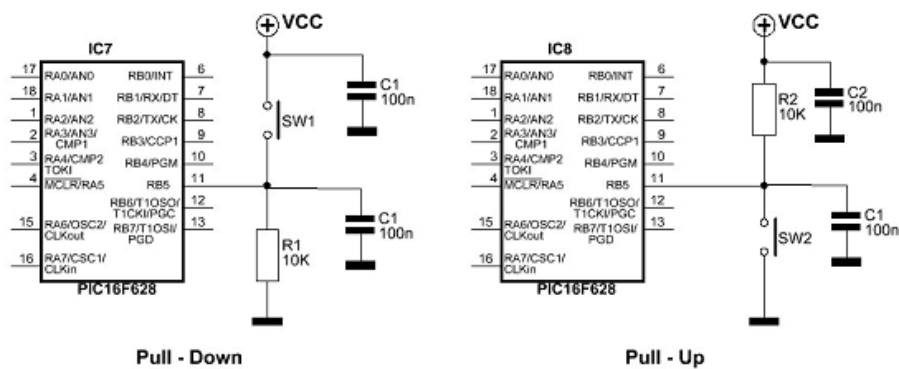


Figura 2.4: Condensador Bypass

Para circuitos mas complejos se deben de llevar acabo ciertas consideraciones dependiendo de los niveles de potencia a manejar. En nuestro caso

2.3. Fuente de voltaje lineal

Es común en proyectos de electrónica no especializados la utilización de diferentes tipos de fuentes de voltaje, entre las que se encuentran fuentes lineales, conmutadas, boost o tipo buck y los problemas que puede causar la falta de atención en este punto tan crucial puede afectar los resultados finales de un proyecto. Es por ello que se necesita conocer los principios fundamentales que reinan a este tipo de sistemas que gobernarán el comportamiento de nuestro proyecto al nivel más básico.

La fuente de voltaje lineal consiste en un sistema sencillo y estructurado, el cual se diseña en diferentes configuraciones en cada módulo a partir del tipo de carga que requiere el proyecto. Para ello podemos observar en la figura 2.5 de manera ilustrativa el orden de la estructura básica de una fuente lineal.



Figura 2.5: estructura fuente lineal

De manera independiente podemos analizar cada aspecto presentado en la imagen, el cual, de uno en uno se va realizando un análisis para definir los valores y topologías que satisfacen las necesidades requeridas. Tomando en cuenta lo mencionado podemos comenzar a definir las ecuaciones y modelos existentes.

2.3.1. Transformador

2.3.2. Rectificador

2.3.3. Filtro

2.3.4. regulador

2.3.5. carga

2.4. Disipadores de calor

2.5. Micro-controlador

sda

2.6. Inversores de voltaje

2.7. Bobina de ignición

das

2.8. Fuentes de alto voltaje mas comunes

2.9. Multiplicador de voltaje Cockcroft-Walton

fgdgf

Capítulo 3

Metodología

En este capítulo se expone todo el desarrollo de la fuente de alto voltaje en cuestión, diseño del sistema, fabricación del sistema, diseño del firmware del micro controlador, implementación y por último el método experimental.

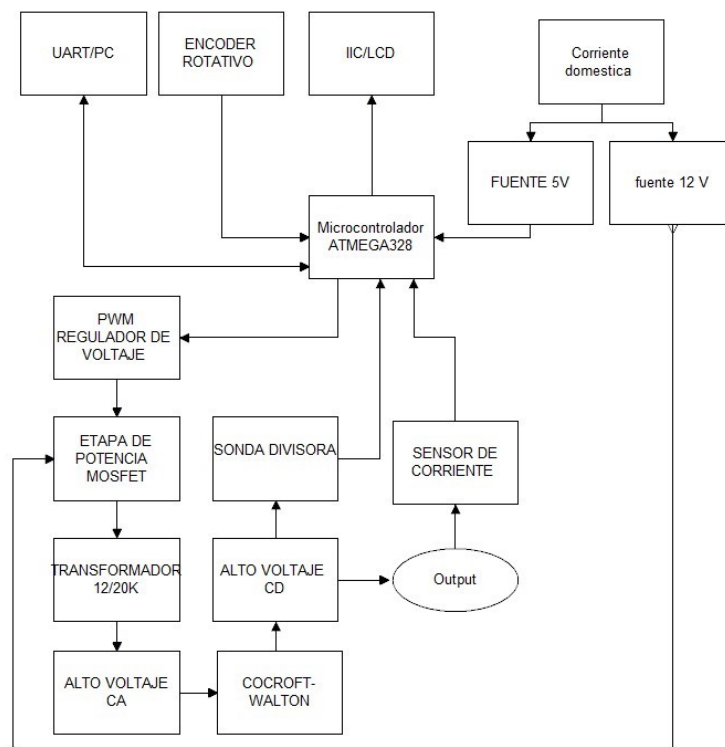


Figura 3.1: Topologia de fuente de alto voltaje



Figura 3.2: Descripción de la planta

3.1. Sección

El sistema blah, blah. Ejemplo de cita (?) La figura (3.2) ilustra los componentes de la planta.

3.2. Sección en color azul

3.2.1. Subsección

Antes de comenzar, se definen en la tabla 3.1 los parámetros y variables utilizadas

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

3.2.2. Otra subsección

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim

Nombre Parámetro/Variable	Símbolo
Masa del péndulo	m
Masa del carro	M
Distancia del eje de giro al centro de masa	l
Aceleración gravitatoria	g
Momento de inercia péndulo respecto del eje de giro	J
Ángulo del péndulo respecto del eje vertical	θ
Velocidad angular del péndulo	$\dot{\theta}, \omega$
Distancia del carro respecto al centro del riel	x
Velocidad del carro	\dot{x}, v

Tabla 3.1: Parámetros dinámicos del carro-péndulo - Estos son los valores de parámetros utilizados en el diseño y las simulaciones, corresponden a los valores reales.

nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat.

3. METODOLOGÍA

Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Análisis de Resultados

4.1. Resultados

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Capítulo 5

Conclusiones

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Apéndice A

Código/Manuales/Publicaciones

A.1. Apéndice

Apéndice